

A participação das folhas de vegetais na manutenção da cadeia alimentar na natureza é representada por dois processos importantes de transformação de compostos inorgânicos em orgânicos. Primeiramente, na incorporação de  $\text{CO}_2$  no esqueleto orgânico do vegetal, através da maquinaria enzimática que tem como constituinte principal a enzima ribulose difosfato carboxilase. É importante salientar que esta reação faz parte de uma das mais importantes rotas metabólicas na natureza. Todos os seres vivos dependem direta ou indiretamente deste mecanismo para a renovação de energia no meio ambiente, através da formação de carboidratos estruturais e/ou de armazenamento energético. Outro fator importante é o fato desta enzima ser considerada a proteína mais abundante no mundo (Ellis, 1979), sendo formada por quatro cadeias polipeptídicas (duas de peso molecular de 55 kDa e outras duas de 12,5 kDa). Finalmente, a importância das folhas também reside no fato de possuírem matéria orgânica de composição aminoácídica (proteína) proveniente da capacidade do vegetal em transformar nitrogênio inorgânico ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) em orgânico, realizando para isto reações de transaminação em ácidos orgânicos provenientes da fotossíntese.

A prática agrícola de cultivo de hortaliças não engloba o aproveitamento destes resíduos foliares nobres, gerados no campo agrícola de produção. A necessidade de obter uma utilização adequada para as ramas e/ou folhas, de não considerá-las apenas resíduo agrícola, pode ser evidenciada no grande volume de folhas geradas no campo após a colheita e comercialização dos tubérculos. As folhas, de maneira geral, têm grande importância devido aos altos teores de minerais, vitaminas e proteínas. Algumas comunidades carentes já estão se organizando e utilizando folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Cranz.), na forma de farinha, sem contudo estar bem definido que nutriente seria preponderantemente agregado ao alimento.

Algumas propostas já foram descritas no sentido de utilização de folhas de diferentes vegetais (farinha) para a fortificação de arroz. Em relação a outras hortaliças tuberosas, a folha de mandioca é a que contém menor quantidade de cinzas e maior relação proteína/cinzas, indicando que este subproduto agrícola pode ter um grande potencial de utilização como fonte de proteína. Contudo, o alto teor de fibra observado nas folhas, de maneira geral, limita a sua utilização na forma de farinha.

## Utilização da Fração Protéica Verde de Folhas de Mandioca na Fortificação de Alimentos

Marília Penteado Stephan <sup>1</sup>

Portanto, há necessidade de obtenção de concentrados protéicos de folhas, como uma estratégia tecnológica para futuro aproveitamento das mesmas na fortificação protéica de alimentos.

A alta quantidade de proteínas em relação às fibras totais presentes na folha de mandioca (Tabela 1) indica seu alto potencial de utilização para a extração de concentrados protéicos de folhas (LPC, fração verde).

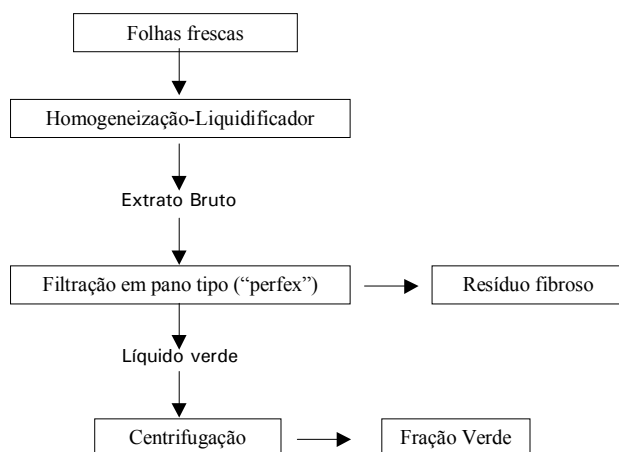
**Tabela 1.** composição centesimal de folhas de mandioca desidratadas (*Manihot esculenta* Cranz) g/100g

Amostra	Umidade	Proteína	Cinzas	Gordura	Carboidrato	
					Fibras	Totais
Mandioca	9,0	25,5	5,2	7,7	19,7	52,5

Fonte: Stephan *et al.* (1998)

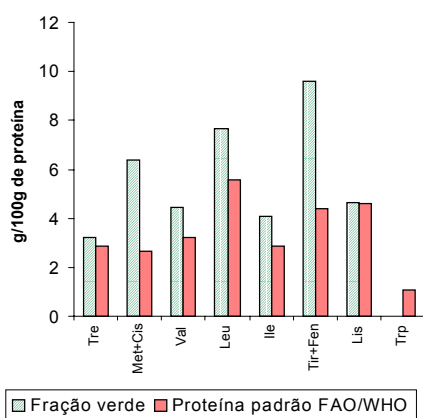
O fluxograma para a separação do resíduo fibroso da fração verde, denominado na literatura como concentrado protéico de folhas é mostrado na Fig. 1. É interessante lembrar que um dos fatores limitantes para a utilização da folhas de mandioca na forma integral (possível contribuição mineral) é a presença de componentes químicos tóxicos, no caso os cianoglicosídeos. O método de extração descrito (Fig. 1), também utilizado com folhas de espinafre, mostrou que o nitrato presente nesta folha é completamente liberado para o líquido residual, após isolamento do concentrado protéico de folhas (fração verde). Estes resultados indicam que a mesma detoxificação será realizada com folhas de mandioca. A natureza polar dos cianoglicosídeos (compostos tóxicos) fará com que estes compostos também fiquem totalmente solubilizados no líquido residual após a obtenção da fração verde.

<sup>1</sup> Bioquímica, D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas 29501, CEP 23.020-470, Rio de Janeiro, RJ.  
stephan@ctaa.embrapa.br



**Fig. 1.** Fluxograma do método de obtenção da fração verde de folha de mandioca.

A composição em aminoácidos do LPC de folha de mandioca é mostrada na Fig.2. Estes resultados mostram índices de Isoleucina (ILE), Leucina (LEU), Treonina (TRE), Valina (VAL) relativamente mais baixos do que aqueles descritos para folha de alfafa (Sheen, 1991). Entretanto, comparando os valores encontrados para folha de mandioca com aqueles descritos para a proteína padrão da FAO/WHO (1991), pode-se concluir que todos os aminoácidos essenciais estão presentes nas quantidades recomendadas.



**Fig.2.** Composição em aminoácidos da fração verde de folha de mandioca e da proteína padrão de referência. Os dados da fração verde foram retirados de Stephan *et al.* (1999) e os dados da proteína padrão representam a média dos valores recomendados pela FAO/WHO (1991) como requisito nutricional médio para diferentes idades.

É importante mencionar que a aplicação de concentrado protéico de folha (LPC) de mandioca na forma desidratada é limitada para a fortificação de alimentos. O produto final é totalmente insolúvel em água e, como consequência, há perda das propriedades funcionais. Entretanto, o produto na forma hidratada pode ser estocado como um creme em refrigerador, de forma que seja possível manter suas propriedades tecnológicas para futuras preparações de sopas (comercializadas na forma de "baby food") e molhos.

É possível, pois, concluir que:

- A fração verde da folha de mandioca tem um grande potencial de aplicação para a fortificação protéica de alimentos, devido à retirada de compostos cianoglicosídeos tóxicos.
- A fração verde tem boas características nutricionais (aminoácidos essenciais) e tecnológicas.

## Referências Bibliográficas

ELLIS, R. J. The most abundant protein in the world. **Trends in Biochemistry Science**, Amsterdam, v. 4, p. 241-244, 1979.

FAO/WHO. **Protein quality evaluations**. Rome: FAO, 1991.

SHEEN, S. J. Comparison of chemical and functional properties of soluble leaf proteins from four species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 39, p. 681-685, 1991.

STEPHAN, M. P.; ALBERTO, G.; DIAS, M. C.; ALMEIDA, D. L.; WILBERG, V. Características químicas e nutricionais em folhas de hortaliças tuberosas e perspectivas de utilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. p. 1109-1112.

STEPHAN, M. P.; LIMA, F. H.; FRAZÃO, A. S. Cassava leaves: approach for studies on the applicability of proteins from leaves of cassava as an additive for food fortification or as molecular sensor of abiotic stress. In: SMALLWOOD, C. M.; CALVERT, C. M.; BOWLES, D.J. (Ed.). **Plant responses to environmental stress**. Oxford: Bios Scientific, 1999. p. 211-224.

### Comunicado Técnico, 50

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria de Alimentos**  
**Endereço:** Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba  
23020-470 - Rio de Janeiro - RJ  
**Fone:** (0XX21) 2410-7400  
**Fax:** (0XX21) 2410-1090 / 2410-7498  
**Home Page:** <http://www.ctaa.embrapa.br>  
**E-mail:** [sac@ctaa.embrapa.br](mailto:sac@ctaa.embrapa.br)

1ª edição  
1ª impressão (2002): tiragem (50 exemplares)

### Comitê de publicações

**Presidente:** Esdras Sundfeld  
**Membros:** Maria Ruth Martins Leão, Neide Botrel Gonçalves, Renata Torrezan, Ronel Luiz de O. Godoy, Virginia Martins da Matta

### Expediente

**Supervisor editorial:** Maria Ruth Martins Leão  
**Revisão de texto:** Comitê de Publicações  
**Editoração eletrônica:** André Luis do N. Gomes